

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 174 612 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
23.01.2002 Bulletin 2002/04

(51) Int Cl.7: F02D 41/40, F02D 41/02,  
F01N 3/023, F01N 3/027

(21) Numéro de dépôt: 01401930.1

(22) Date de dépôt: 19.07.2001

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 21.07.2000 FR 0009578

(71) Demandeur: Renault  
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:

- Chaumeaux, Romuald  
91290 Arpajon (FR)
- Maignan, Dominique  
91540 Fontenay le Vicomte (FR)
- Thuault, Benoît  
91510 Lardy (FR)

### (54) Procédé d'injection de carburant

(57) L'invention propose un procédé d'injection de carburant dans au moins un cylindre d'un moteur à combustion (12), notamment d'un moteur diesel caractérisé en ce que lors d'une phase de régénération d'un système de traitement (16) des gaz d'échappement (G) et lors d'une phase de frein moteur, une quantité prédéterminée (Q) de carburant est injectée dans le cylindre

après la compression des gaz (G) dans le cylindre, et en ce qu'au moins une partie de la quantité prédéterminée (Q) de carburant est brûlée dans un catalyseur d'oxydation (20) interposé entre le moteur à combustion et le système de traitement (16) des gaz d'échappement (G) de façon à maintenir ou à augmenter la température des gaz d'échappement (G) en aval du catalyseur d'oxydation (20).

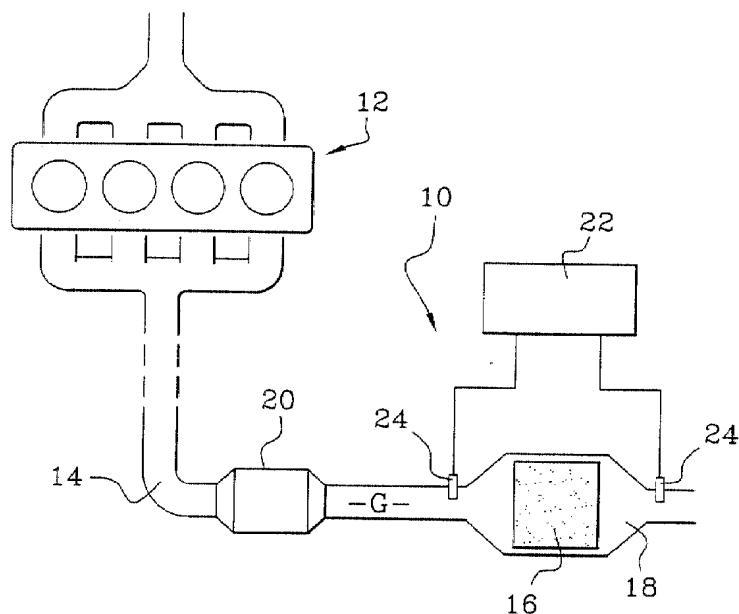


Fig. 1

## Description

**[0001]** L'invention concerne un procédé d'injection de carburant dans au moins un cylindre d'un moteur à combustion.

**[0002]** L'invention concerne plus particulièrement un procédé d'injection de carburant dans au moins un cylindre d'un moteur à combustion, notamment un moteur diesel ou à essence à mélange pauvre, pour régénérer un système de traitement des gaz d'échappement tel qu'un filtre à particules par combustion des particules stockées dans le filtre ou un piège à oxydes d'azote.

**[0003]** Les moteurs diesels et certains moteurs à essence émettent des substances polluantes telles que des particules et des oxydes d'azote.

**[0004]** On connaît des systèmes de traitement des gaz d'échappement qui permettent de diminuer les émissions de ces substances polluantes.

**[0005]** En particulier une méthode consiste à les filtrer à l'aide d'un filtre appelé filtre à particules ou les piéger dans un piège à oxydes d'azote. Ces derniers se colmatent et il est donc nécessaire de le régénérer périodiquement.

**[0006]** Pour provoquer, par exemple, la combustion des particules, il faut les porter à leur température de combustion qui est d'environ 550°C. Cependant, les gaz d'échappement des moteurs diesels atteignent rarement cette température puisque, par exemple en ville, la température des gaz d'échappement évolue entre 150 et 250 °C. Il faut alors augmenter spécifiquement la température des gaz d'échappement, lors de la phase de régénération du système de traitement des gaz d'échappement, de façon qu'ils atteignent la température de combustion des particules dans le filtre à particules.

**[0007]** Différents systèmes ont été proposés.

**[0008]** Des systèmes de chauffage par résistance électrique, notamment par des grilles chauffantes, permettent de porter la température des gaz d'échappement à une valeur suffisante pour provoquer la combustion des particules dans le filtre. Cependant, ces systèmes nécessitent une puissance électrique importante qu'il n'est pas toujours possible de fournir. De plus, ils compliquent la conception de la ligne d'échappement.

**[0009]** D'autres systèmes proposent d'augmenter la température des gaz échappement par l'injection d'une quantité supplémentaire de carburant dans au moins une des chambres de combustion sous la forme d'une post-injection ou d'une injection principale retardée. Une partie de cette quantité de carburant additionnelle s'enflamme en produisant essentiellement une augmentation de la température des gaz d'échappement, le reste de cette quantité étant transformé en produits d'oxydation partielle comme le monoxyde de carbone CO et les hydrocarbures HC.

**[0010]** L'augmentation de la température des gaz d'échappement est provoquée par la combustion tardive de la quantité supplémentaire de carburant, qui four-

nit de l'énergie mécanique supplémentaire au moteur, en plus de la chaleur dégagée par la combustion.

**[0011]** L'augmentation de la température peut aussi être provoquée par l'oxydation des hydrocarbures HC supplémentaires et du monoxyde de carbone CO au cours d'une réaction exothermique dans un catalyseur d'oxydation situé dans la ligne d'échappement, en amont du système de traitement des gaz d'échappement.

**[0012]** De tels systèmes nécessitent que le moteur fournisse un couple positif, c'est-à-dire une traction ou une propulsion du véhicule. Or ce n'est pas toujours le cas.

**[0013]** Lorsque le véhicule évolue dans un environnement, notamment urbain, le moteur fonctionne selon un cycle constitué d'une succession de phase d'accélération dans lesquelles le moteur doit fournir un couple positif, et de décélération dans lesquels le moteur doit fournir un couple négatif appelé frein moteur.

**[0014]** Lors des phases de décélération, l'injection du carburant dans les chambres de combustion est coupée. Il est donc impossible de maintenir ou d'augmenter la température des gaz échappement au cours de ces phases. L'efficacité du système de traitement est alors réduite.

**[0015]** Dans le but de remédier à ces inconvénients, l'invention propose un procédé d'injection de carburant dans au moins un cylindre d'un moteur à combustion, notamment d'un moteur diesel caractérisé en ce que

30 lors d'une phase de régénération d'un système de traitement des gaz d'échappement et lors d'une phase de frein moteur, une quantité prédéterminée de carburant est injectée dans le cylindre après la compression des gaz dans le cylindre, et en ce qu'au moins une partie de

35 la quantité prédéterminée de carburant est brûlée dans un catalyseur d'oxydation interposé entre le moteur à combustion et le système de traitement des gaz d'échappement de façon à maintenir ou à augmenter la température des gaz d'échappement en aval du catalyseur d'oxydation.

**[0016]** Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- la détermination de la quantité prédéterminée de carburant injectée dépend au moins partiellement du point de fonctionnement du moteur ;
- la détermination de la quantité prédéterminée de carburant injectée dépend au moins partiellement des caractéristiques du catalyseur d'oxydation ;
- la détermination de la quantité prédéterminée de carburant injectée dépend au moins partiellement de la température du catalyseur d'oxydation lors de la combustion de la quantité prédéterminée ;
- la détermination de la quantité prédéterminée de carburant injectée dépend au moins partiellement du rendement thermique du catalyseur d'oxydation ;
- le début de l'injection de la quantité prédéterminée de carburant est déphasé d'au moins 30 degrés d'angle de rotation du vilebrequin après le passage

- du piston au point mort haut ;
- la fin de l'injection de la quantité prédéterminée de carburant est réalisée avant la fermeture de la dernière soupape d'échappement du cylindre ;
- lors de la phase de régénération, on active des moyens additionnels de chauffage, tels qu'une résistance électrique de chauffage, pour chauffer le catalyseur d'oxydation, lorsque sa température est insuffisante pour brûler au moins partiellement la quantité de carburant prédéterminée ;
- le système de traitement des gaz d'échappement comporte un filtre à particules ;
- le système de traitement des gaz d'échappement comporte un piège à oxydes d'azote.

**[0017]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une ligne d'échappement d'un moteur à combustion équipée d'un catalyseur et d'un filtre à particules ;
- la figure 2 est un diagramme qui représente la quantité de carburant injectée en fonction de l'angle du vilebrequin par rapport au point mort haut du piston, selon les enseignements de l'invention.

**[0018]** On a représenté sur la figure 1, un système de traitement 10 des gaz d'échappement G d'un moteur à combustion 12. Le moteur 12 est un moteur diesel ou un moteur à essence fonctionnant en mélange pauvre tel qu'un moteur à essence à injection directe.

**[0019]** Une ligne 14 d'échappement permet l'évacuation des gaz G du moteur vers l'atmosphère. Un système de traitement destiné à purifier les gaz d'échappement G est interposé dans la ligne 14. Il se compose principalement d'un système de traitement 16 agencé dans une chambre 18.

**[0020]** Le système de traitement 16 peut être par exemple un filtre à particules et/ou un piège à oxydes d'azote.

**[0021]** Dans la suite de la description le système de traitement 16 sera, à titre d'exemple un filtre à particules.

**[0022]** Un catalyseur d'oxydation 20 est inséré dans la ligne 14 d'échappement en amont du système de traitement 16.

**[0023]** Le système de traitement 16 est de préférence situé à proximité immédiate en aval du catalyseur d'oxydation 20 de façon à minimiser les pertes thermiques des gaz d'échappement G entre ces deux éléments pour favoriser la montée ou le maintien en température du système de traitement 16.

**[0024]** Avantageusement, le système de traitement 16 peut être recouvert d'une imprégnation catalytique.

**[0025]** Le système de traitement 16 se présente avec une face d'entrée et une face de sortie des gaz G. Il est

composé par exemple de canaux alternativement bouchés et ouverts en entrée et qui sont inversement ouverts et bouchés en sortie. Les parois du système de traitement 16 sont poreuses.

**[0026]** L'injection du carburant dans le moteur 12 est commandée par un système électronique de commande 22 qui permet de gérer la loi d'injection de carburant dans les chambres de combustion du moteur.

**[0027]** Des moyens de mesure 24, tels que des capteurs de pression et des capteurs de température, sont disposés sur la ligne d'échappement et sont reliés au système électronique de commande 22.

**[0028]** Le fonctionnement du système de traitement 10 selon l'état de la technique est le suivant.

**[0029]** Les gaz d'échappement G produits par le moteur 12 sont envoyés dans la ligne 14.

**[0030]** Lors de leur passage dans la chambre 18 les particules contenues dans les gaz G sont arrêtées par le système de traitement 16.

**[0031]** Périodiquement les particules ainsi piégées dans le système de traitement 16 sont brûlées au cours d'une phase de régénération.

**[0032]** Les moyens de mesure 24 transmettent au système électronique de commande 22 des informations représentatives du niveau de chargement du système de traitement 16.

**[0033]** Le système électronique de commande 22 prend en compte, par exemple, le niveau de chargement du filtre à particules, ainsi que le point de fonctionnement du moteur, pour déclencher la phase de régénération.

**[0034]** La régénération du système de traitement 16 nécessite d'atteindre une température des gaz d'échappement supérieure ou égale à la température de combustion des particules, c'est-à-dire d'environ 550°C. Il faut donc, dans certains cas, diminuer la température de combustion des particules pour favoriser la phase de régénération, ou augmenter la température des gaz d'échappement.

**[0035]** Plusieurs solutions peuvent être mises en oeuvre de façon indépendante ou concomitante.

**[0036]** L'ajout dans le carburant d'un additif chimique particulier permet d'augmenter les cinétiques de combustion des particules, et par conséquent d'abaisser leur température de combustion sur le filtre à particules.

**[0037]** Le système de traitement 16 peut être recouvert d'une imprégnation particulière appelée phase catalytique qui permet d'abaisser la température de combustion des particules. À titre d'exemple, on peut envisager l'utilisation d'un catalyseur métallique supporté par le filtre.

**[0038]** De plus, le catalyseur 20 situé en amont du système de traitement 16 permet de convertir les hydrocarbures imbrûlés HC et le monoxyde de carbone CO en dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> par oxydation avec l'oxygène. La réaction d'oxydation est exothermique, ce qui participe à l'augmentation de la température des gaz d'échappement G.

**[0039]** D'autres solutions sont mises en oeuvre ponctuellement, lorsque la température des gaz d'échappement G en amont du système de traitement 16 est inférieure à la température de combustion des particules, et lorsque le système de traitement 16 doit être régénéré. Il s'agit des procédés tels que des procédés de postinjection ou d'injection retardée qui sont utilisés pour chauffer les gaz d'échappement lorsque le moteur doit fournir un couple positif.

**[0040]** Cependant, ces procédés ne peuvent être utilisés lorsque le véhicule est dans une phase de décélération et que le moteur doit fournir un couple négatif résistant, ou frein moteur, de façon à ralentir le véhicule.

**[0041]** L'invention propose, lors d'une phase de régénération du système de traitement 16 et lors d'une phase de décélération du véhicule qui nécessite du frein moteur, d'injecter une quantité de carburant prédéterminée Q dans au moins un cylindre après la compression des gaz dans le cylindre.

**[0042]** Ainsi, la quantité de carburant prédéterminée Q n'est pas brûlée à l'intérieur de la chambre de combustion et une provoque pas d'augmentation du couple moteur. La quantité de carburant prédéterminée Q est évacuée du cylindre avec les gaz d'échappement G vers le catalyseur d'oxydation 20.

**[0043]** La quantité de carburant prédéterminée Q est alors brûlée, au moins partiellement, dans le catalyseur d'oxydation 20, lorsque la valeur de sa température est supérieure à une valeur prédéterminée.

**[0044]** La valeur prédéterminée peut être de l'ordre de 250 °C.

**[0045]** Lors d'une phase de régénération du système de traitement 16 et lorsque la température du catalyseur d'oxydation 20 est inférieure à la valeur prédéterminée, on peut activer des moyens additionnels de chauffage, tels qu'une résistance électrique de chauffage qui peut être dans le catalyseur d'oxydation lui-même, pour le chauffer.

**[0046]** De manière générale, le début de l'injection de la quantité prédéterminée Q de carburant est déphasée d'au moins 30 degrés d'angle de rotation du vilebrequin après le passage du piston au point mort haut PMH. La fin de l'injection de la quantité prédéterminée Q de carburant doit être réalisée avant la fermeture de la dernière soupape d'échappement du cylindre correspondant.

**[0047]** Conformément à la figure 2, la quantité prédéterminée Q de carburant est injectée dans le cylindre de préférence lorsque l'angle de rotation du vilebrequin est déphasée de 30 à 60 degrés par rapport au point mort haut PMH.

**[0048]** De façon à provoquer une élévation de température des gaz d'échappement G à la sortie du catalyseur d'oxydation 20, la quantité supplémentaire Q de carburant peut être de l'ordre de 5 à 15 mm<sup>3</sup> à chaque cycle du moteur 12.

**[0049]** Elle est déterminée en fonction de plusieurs paramètres tels que le point de fonctionnement du moteur et/ou les caractéristiques du catalyseur d'oxydation

20.

**[0050]** Le rendement thermique du catalyseur d'oxydation 20 permet de déterminer la quantité supplémentaire Q de carburant à injecter pour obtenir le maintien ou l'augmentation de la température des gaz d'échappement G, à l'entrée système de traitement 16, nécessaire à sa régénération.

**[0051]** La température du catalyseur d'oxydation 20 peut aussi être prise en compte pour la détermination de la quantité supplémentaire Q de carburant. En effet, le rendement thermique du catalyseur 20 dépend de sa température. C'est-à-dire qu'il atteint son rendement maximum que lorsque sa température est par exemple supérieure à 250°C.

**[0052]** Le procédé d'injection selon l'invention permet d'augmenter uniquement la température des gaz d'échappement G par une réaction exothermique de la quantité supplémentaire Q de carburant.

20

## Revendications

1. Procédé d'injection de carburant dans au moins un cylindre d'un moteur à combustion (12), notamment d'un moteur diesel **caractérisé en ce que** lors d'une phase de régénération d'un système de traitement (16) des gaz d'échappement (G) et lors d'une phase de frein moteur, une quantité prédéterminée (Q) de carburant est injectée dans le cylindre après la compression des gaz (G) dans le cylindre, et **en ce qu'**au moins une partie de la quantité prédéterminée (Q) de carburant est brûlée dans un catalyseur d'oxydation (20) interposé entre le moteur à combustion et le système de traitement (16) des gaz d'échappement (G) de façon à maintenir ou à augmenter la température des gaz d'échappement (G) en aval du catalyseur d'oxydation (20).
2. Procédé d'injection selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la détermination de la quantité prédéterminée (Q) de carburant injectée dépend au moins partiellement du point de fonctionnement du moteur (12).
3. Procédé d'injection selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la détermination de la quantité prédéterminée (Q) de carburant injectée dépend au moins partiellement des caractéristiques du catalyseur d'oxydation (20).
4. Procédé d'injection selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la détermination de la quantité prédéterminée (Q) de carburant injectée dépend au moins partiellement de la température du catalyseur d'oxydation (20) lors de la combustion de la quantité prédéterminée (Q).
5. Procédé d'injection selon l'une des revendications

3 ou 4, **caractérisé en ce que** la détermination de la quantité prédéterminé (Q) de carburant injectée dépend au moins partiellement du rendement thermique du catalyseur d'oxydation (20).

5

6. Procédé d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le début de l'injection de la quantité prédéterminée (Q) de carburant est déphasé d'au moins 30 degrés d'angle de rotation du vilebrequin après le passage du piston au point mort haut (PMH). 10
7. Procédé d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fin de l'injection de la quantité prédéterminée (Q) de carburant est réalisée avant la fermeture de la dernière soupape d'échappement du cylindre. 15
8. Procédé d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors de la phase de régénération, on active des moyens additionnels de chauffage, tels qu'une résistance électrique de chauffage, pour chauffer le catalyseur d'oxydation (20), lorsque sa température est insuffisante pour brûler au moins partiellement la quantité de carburant prédéterminée (Q). 20
9. Procédé d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système de traitement (16) des gaz d'échappement (G) comporte un filtre à particules. 25
10. Procédé d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système de traitement (16) des gaz d'échappement (G) comporte un piège à oxydes d'azote. 30

35

40

45

50

55

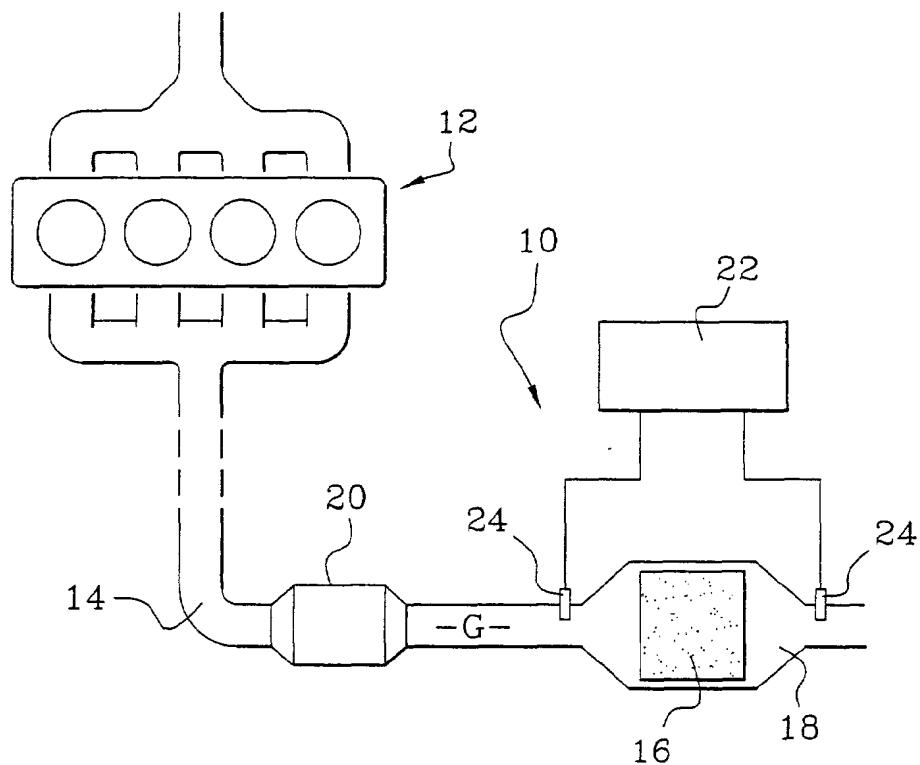


Fig. 1

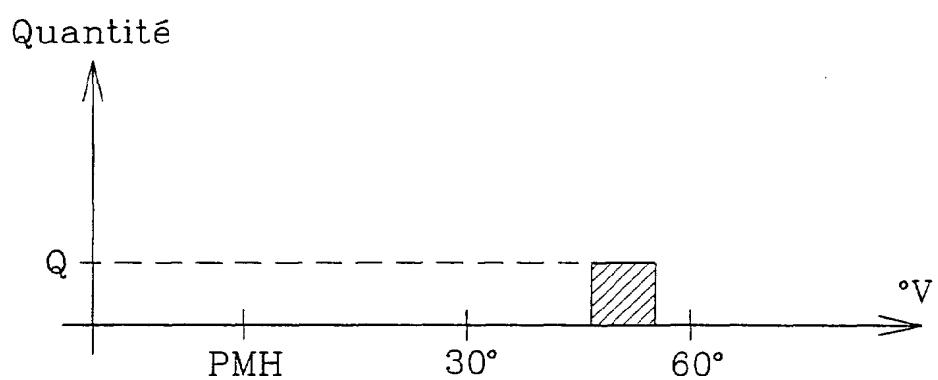


Fig. 2



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 1930

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	DE 197 46 855 A (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG) 29 avril 1999 (1999-04-29)	1-4, 9	F02D41/40 F02D41/02
Y	* abrégé * * revendications * * figures *	10	F01N3/023 F01N3/027
A	EP 0 598 917 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 1 juin 1994 (1994-06-01)	1	
Y	* abrégé * * colonne 23, ligne 16 - ligne 51 * * figure 22 *	10	
A	EP 0 844 380 A (DENSO CORP) 27 mai 1998 (1998-05-27)		
	* abrégé * * page 3, ligne 29 - ligne 33 * * page 10, ligne 37 - page 11, ligne 3 *		
A	EP 0 903 481 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 24 mars 1999 (1999-03-24)		
	* abrégé *		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F02D F01N
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	21 novembre 2001	Trottereau, D	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrête-plan technologique O : divulgalon non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1930

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-11-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19746855	A	29-04-1999	DE	19746855 A1	29-04-1999
			WO	9922128 A1	06-05-1999
			WO	9922129 A1	06-05-1999
			DE	19881622 D2	27-04-2000
			DE	19881623 D2	23-12-1999
			JP	2001507103 T	29-05-2001
			JP	2001507104 T	29-05-2001
EP 0598917	A	01-06-1994	DE	69326217 D1	07-10-1999
			DE	69326217 T2	13-04-2000
			EP	0598917 A1	01-06-1994
			US	5437153 A	01-08-1995
			DE	69326417 D1	21-10-1999
			DE	69326417 T2	13-04-2000
			EP	0598916 A1	01-06-1994
			WO	9325805 A1	23-12-1993
			WO	9325806 A1	23-12-1993
			JP	2586739 B2	05-03-1997
			US	5450722 A	19-09-1995
EP 0844380	A	27-05-1998	JP	10252544 A	22-09-1998
			JP	10205384 A	04-08-1998
			EP	0844380 A2	27-05-1998
EP 0903481	A	24-03-1999	JP	3067685 B2	17-07-2000
			JP	10274031 A	13-10-1998
			EP	0903481 A1	24-03-1999
			US	6173571 B1	16-01-2001
			WO	9844245 A1	08-10-1998